

Untersuchungen an Eisschutzanlage Ju 288
Teil I: Vereisungsversuche und Wärmeübergangs-
messungen.

Der Bericht umfasst:

32 Seiten

2 Skizzen


3 Diagramme

67 Abbildungen

AERODYNAMISCHE VERSUCHSANSTALT GÖTTINGEN

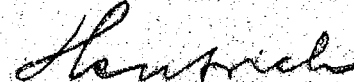
Institut für Kälteforschung

Der Institutsleiter



Göttingen, den 13.7.1943

Der Bearbeiter



- 1 -

Teil I

Versuchsthema

Zum Zwecke der Wärmeersparnis sind an der Enteisungsanlage des Tragflügels der Ju 288 Änderungen vorgenommen worden, die, obwohl sie äußerlich nur in gewissen Änderungen der Abmessungen der warmluftführenden Teile bestehen, doch eine grundsätzliche Änderung des Eisschutzverfahrens bedeuten. Während bei der früheren Anordnung, bei der die innere Doppelhaut aus Wellblech besteht, eine gleichmäßige, wenn auch etwas erhöhte Heizung der Außenhaut erfolgte und damit eine allgemeine Eisverhütung an der Flügelnase für einen gewissen Bereich von Klimabedingungen und bis zu einer gewissen Flügeltiefe erreicht wurde, erstrebt die neue Anordnung anstelle der Eisverhütung eine periodische Enteisung und anstelle der völligen Eisfreiheit eine periodische Eisbildung an einer für einen regelmäßigen Eisabwurf vorbestimmten Stelle. Voraussetzung für die Durchführung eines periodischen Enteisungsverfahrens ist ein stark beheizter Trennstreifen an der Staulinie, der die Kapfenbildung verhindert, verbunden mit einer unmittelbar benachbarten Sollvereisungsstelle, deren Beheizung so gewählt ist, daß in diesem Gebiet Eisbildung und Eisabwurf periodisch wechseln. Demgemäß mußte die Beheizung eines schmalen Streifens an der Staulinie extrem hochgetrieben werden, während die in den benachbarten Gebieten bewußt beschränkt wurde.

Als Mittel für die Erreichung des ersten Zieles standen die Ausnutzung des Anlaufeffektes sowie eine starke örtliche Verengung des Spaltes zur Verfügung. Da die Verengung des Spaltes aus verschiedenen Gründen nicht beliebig weit getrieben werden kann, und da es notwendig war, trotz geringer Warmluftmenge eine hohe Reynoldszahl für den Warmluftstrom zu erzielen, wurde zur weiteren Verbesserung das Mittel der Schrägführung des Warmluftstromes angewandt.

- 2 -

Die Beschränkung der Wärmezufuhr im Sollvereisungsgebiet ergab sich durch eine Erweiterung des Querschnittes der Warmluftkanäle.

Die Versuchsaufgabe bestand darin, ein Modell der alten und ein Modell der neuen Bauart hinsichtlich der Wärmeübergangsverhältnisse zu vergleichen und festzustellen, ob und unter welchen Bedingungen der angestrebte periodische Enteisungsvorgang eintrat.

Modell und Einbau.

Hinsichtlich des Aufbaues der beiden Modelle wird auf die Skizze 1 verwiesen.

Zur Beurteilung der Wärmeübergangsverhältnisse dienten ausser Einrichtungen zur Bestimmung der Warmluftmenge sowie zur Messung der Ein- und Austrittstemperatur eine Anzahl von Thermoelementen, die in die Aussenhaut eingekittet waren (S. Skizze 2). Die Meßstellen waren so ausgewählt, dass neben dem Gesamttemperaturverlauf über der Flügelnase auch der Einfluss zusätzlicher Wärmezuleitung an Holmen und Schottwänden erfasst und ausserdem der Übergang von den stark beheizten Trennstreifen zum schwach beheizten Abtaugebiet genau beobachtet werden konnte.

Die Thermoelemente auf der Aussenhaut wurden angebracht, nachdem sich gezeigt hatte, dass die Durchführung eines Vergleiches beider Modelle aufgrund von Vereisungsversuchen unter verschiedenen Klima- und Heizbedingungen nicht möglich war.

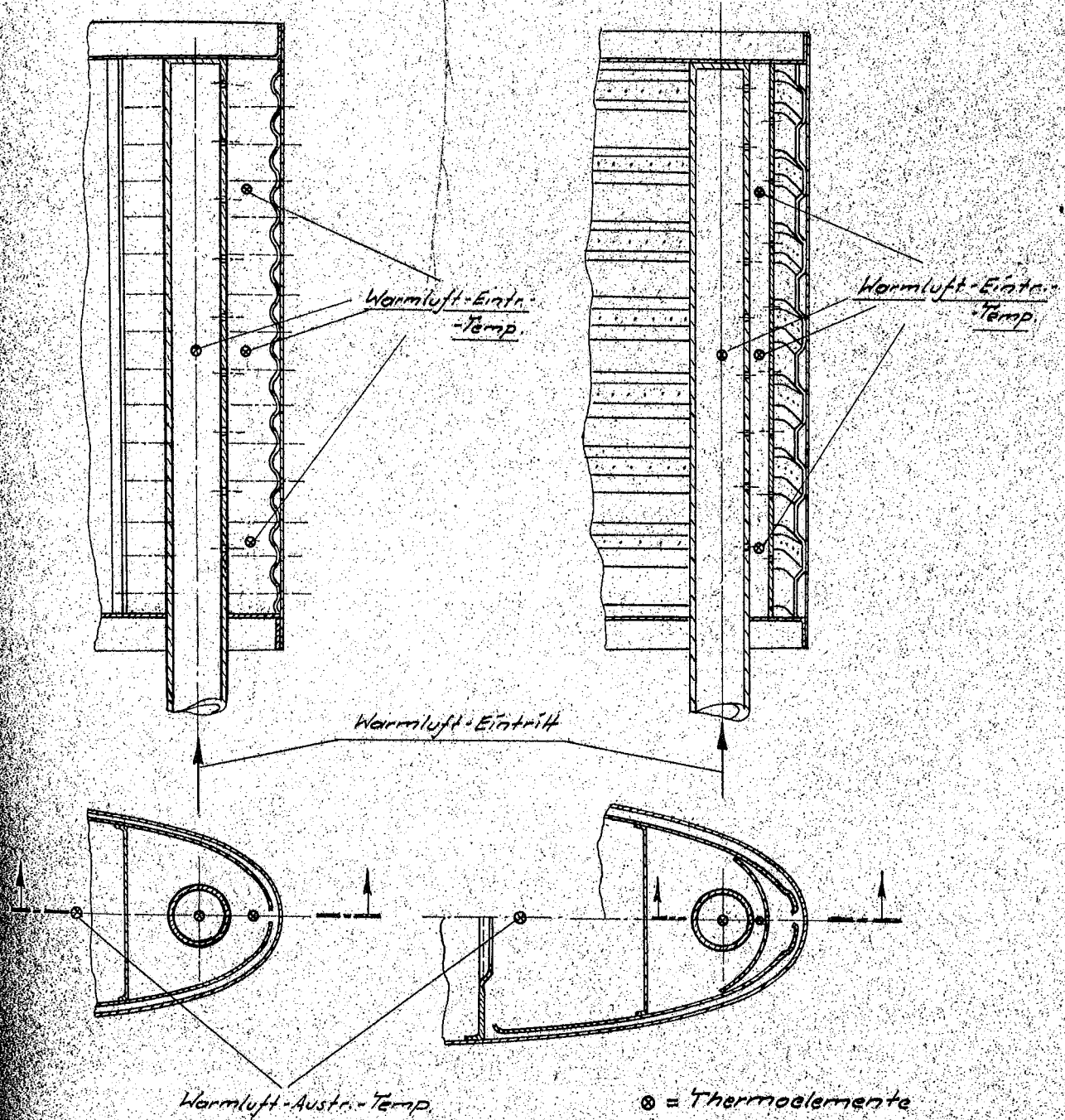
Zur Ausschaltung von Randeinflüssen war an beiden Enden des Modells ein je etwa 5 cm breiter Heizfolienbelag angebracht, der bei Vereisungsversuchen so stark beheizt werden sollte, dass an diesen Stelle keine Eisbildungen auftraten.

Skizze 1

- 3 -

Modell alter Bauart

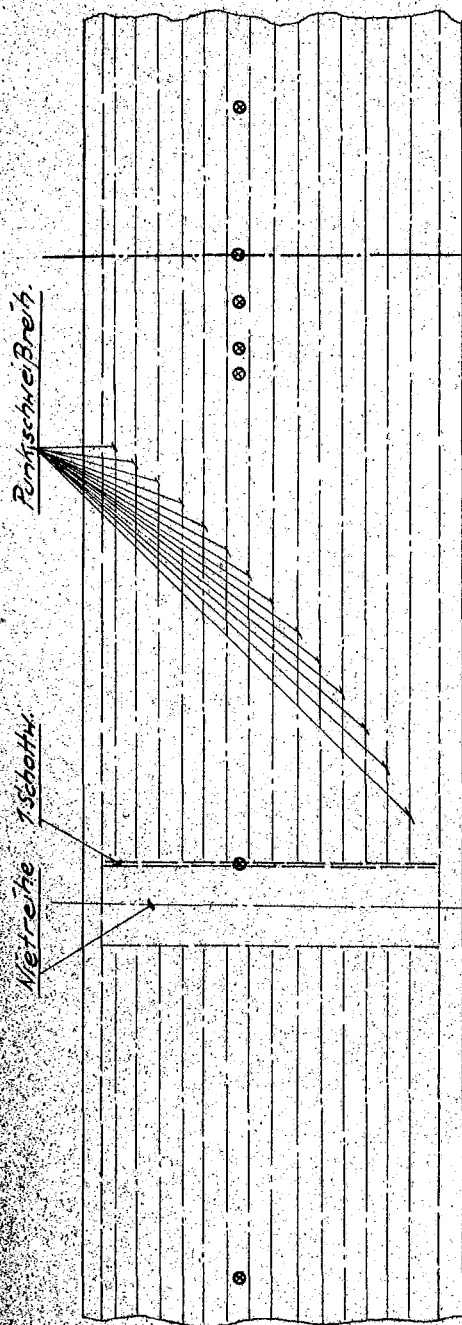
Modell neuer Bauart



Skizze 2

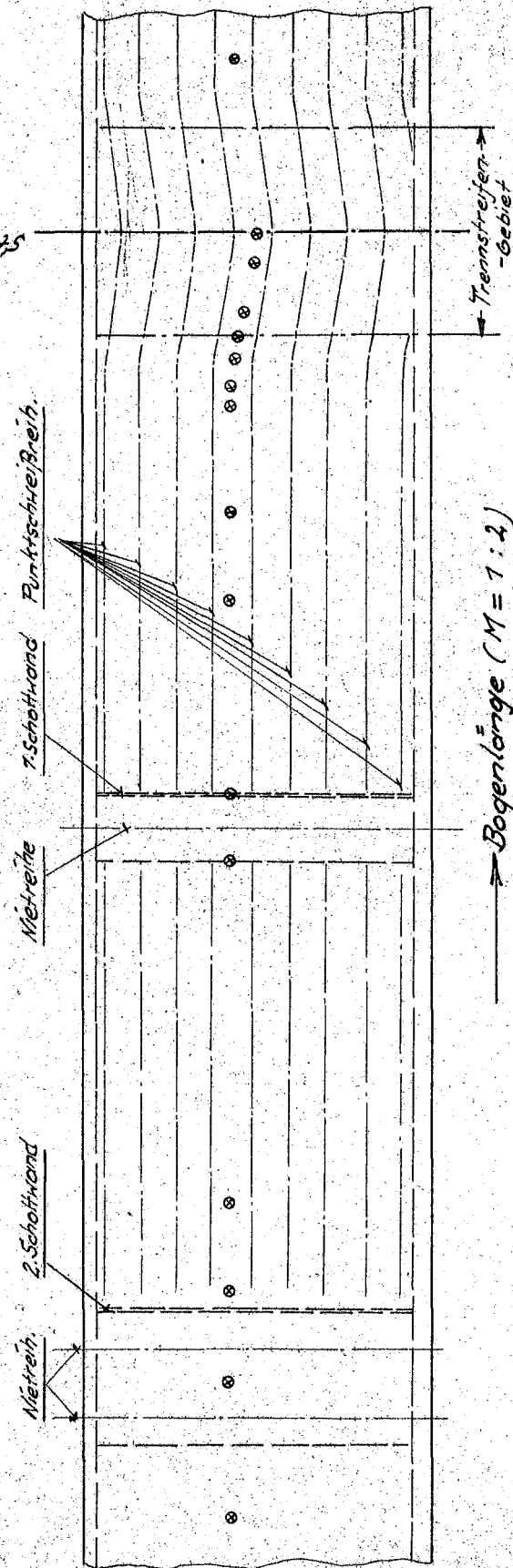
- 4 -

Modell alter Bauart



⊗ = Thermoelemente an der Außenhaut

Modell neuer Bauart



→ M = 1:10

- 5 -

Versuchsdurchführung

Mit jedem der zwei Modelle wurden sowohl Vereisungsversuche (Gruppe A) als auch Wärmeübergangs- bzw. Oberflächentemperaturmessungen (Gruppe B) durchgeführt. Bei den Vereisungsversuchen (Gruppe A) wurden unter Konstanzhaltung der äußeren Versuchsbedingungen (Windgeschwindigkeit, Raumtemperatur und Spritzwassermenge) nacheinander verschiedene Warmluftmengen in Anwendung gebracht. Innerhalb jedes solchen Versuches wurde dann die Warmlufteintrittstemperatur langsam herabgesetzt und zwar (nach Möglichkeit) solange, bis die von hinten nach vorn vorschreitende Vereisung auch auf dem Trennstreifen selbst stattfand. Für eine einzelne Warmluftmenge wurde der Versuch bei besonders tiefer Raumtemperatur wiederholt und in einem Falle auch der Einfluß des Anstellwinkels beobachtet.

Bei den Versuchen der Gruppe B waren die Raumtemperatur und die Windgeschwindigkeit konstant. Variiert wurden die Warmlufteintrittstemperatur und -Menge bei trockener und feuchter Anblasluft.

- 6 -

Versuchsübersicht

Versuchsgruppe A.

	Vers. Nr.	Raum- temp. t_R [°C]	Spritz- wasser- Menge [g/m ³]	Zer- stäub.- druck p_L [at]	Wärml. Menge G [kg/h]	Wärml. Eintr. Temp. ϑ_e [°C]	An- stell- winkel α
Neues Mo- dell	1	-3	1,5	4,0	100	70-20	0
	2	-3	1,5	4,0	70	60-50	0
	3	-3	1,5	4,0	50	90-30	0
	4	-3	1,5	4,0	35	60-20	0
	5	-8	1,5	4,0	45	100-70	0
	6	-8	1,5	4,0	45	100-70	+8
Altes Mo- dell	1 ⁺	-8	1,5	4,0	45	90-50	0
	2 ⁺	-8	1,5	4,0	45	90-50	0

Versuchsgruppe B.

Neues Mo- dell	1'	+3	-	-	70	20-60	0
	2'	-	-	-	-	-	-
	3'	+3	1,5	4,0	70	20-60	0
	4'	+3	1,5	4,0	45-90	60	0
Altes Mo- dell	1'	+3	-	-	70	30-100	0
	2'	+3	-	-	40-90	70	0
	3',	+3	1,5	4,0	70	30-100	0
	4'	+3	1,5	4,0	40-100	70	0

Die Anblasgeschwindigkeit war bei allen Versuchen

$v = 44 \text{ [m/s]}$

- 7 -

Versuchsdaten und Ergebnisse

Versuchsgruppe A

Versuch 1

Vers.- Abschn.	Wärml. Menge G [kg/h]	Eintr. \dot{V}_e [°C]	Austr. \dot{V}_a [°C]	t_R [°C]	Beobachtungen	Auf- nahm.
1 a	95,0	68,5	26,4	-2,5	Eisstreifenbildung in den Abschnitten 2a und 2b, aber auch im beheizten Abschn. 3 (s. Anmerkung)	
b	98,5	51,5	20,6	-2,5	Während im Abschn. 2a periodische Eisabwürfe zustande kommen, bildet sich im Abschn. 2b eine-auch im Abschn. 3 verankerte - starke Eisbarriere. Eis haftet aber auch dauernd im Abschn. 2b.	1-5
c	99,3-102	38-32	-	-3		
d	104,0	30-26	-	-3		
-Modell mechanisch entsteht-						
e	104,5	26-24	-	-3,2	Versuchsbedingung 15 min lang aufrecht erhalten. Fotoaufn. alle 2-3 min und Schlußaufn.	6-11 12

(Zickzackförmiger Verlauf der Vereisungsgrenze (Nietreihen bringen zuviel Wärme nach außen). Zu breites Vereisungsgebiet. Keine Eisabwürfe im Gebiet 2b und auf Druckseite. Zur Eiskappenbildung kam es bei diesem Versuch noch nicht.)

Anmerkung⁺:

Im folgenden ist der Trennstreifen mit Abschnitt 1,
das schwach beheizte Gebiet vor der Schottwand " " 2a,
das beheizte Gebiet hinter der Schottwand " " 2b
und die unbeheizte Flügeloberfläche hinter der Nase " " 3
bezeichnet.

- 8 -

Versuch 2

Vers.- Ab- schnitt	Zeit min	Wärml. Menge G [kg/h]	Eintr. ϑ_e [°C]	Austr. ϑ_a [°C]	t_R	Beobachtungen	Auf- nahm.
2 a	0-5	70,1	62,3	19,4	-3	Beginnende Eis- bildung im Ge- biet 2b hinten und 3 (Anfang)	13
b	7-13	71,5	49,5	18,7	-3,1	dgl. etwas mehr entwickelt	14
c	15-28	71,6	42-32	-	-3	Breite Eisbarriere in 2b, erste Eis- schlickbildungen in 2a	15
			-Modell mechanisch enteist-				
d	32-42	73,6	31,3	-	-3	teilweise Eisabwür- fe (Teile aus Abschn. 2a brechen ab. Abschn. 2b wirft nichts ab)	16 17
			- Modell mechanisch enteist-				
e	42-47					Eisneubildungszone reicht von unmit- telbar hinter dem Trennstreifen bis in d. nicht beheiz- baren Abschn. 3 hinein.	
			- - kälter gefahren -				
f	54 57	75,0 72,5	26 43	-	-5	<u>Eiskappenbildung</u>	18
			-mechanisch enteist - da trotz der				
			Erhöhung der Eintrittstemperatur das Eis nicht von selbst				
			fortflog -				
g	57-68	72,4	43-47	-	-	Zeit Eisneubildung von 8-10 min. Auf Druckseite kommt es zu einem selbststän- dig. Abwurf der ge- samten Eisbarriere. 19 Endzustand auf Saug- u. Druckseite	20 21

- 9 -

Versuch 3

Vers.- abschn.	Zeit min	Wärm. Menge G [kg/h]	Eintr. \bar{T}_e [°C]	Austr. \bar{T}_a [°C]	t_R	Beobachtungen	Auf- nahm.
3 a ₁	0-10	46,7	85,1 78,1	19,2 18,0	-3	Saugseite Druckseite Eis am Ende von Abschn. 2b	22
a ₂	10-18	46,7	75,6 74,0	18,0 16,8	-2,8	Vereisungsbild ohne grundsätzliche Än- derungen	
b ₁	20-29	46,1	71,6 68,3	16,8 16,5	-3	Saugseite starke Eis- barriere, Druckseite ebenfalls Eisbarriere	23
-Eis mechanisch entfernt-							
b ₂	30-36	(46,2)	65,0 64,3	15,9 15,6	-3		
c	38-46	47,3	60,5 52,8	14,9 13,9	-3	Saugseite Druckseite Eisstrei- fen in der letzten Hälfte im Abschn. 2b	24
-Heizung stark vermindert-							
d ₁	48-57	48,8	40,0 32,9	11,8 10,8	-3	Saugseite Druckseite ausgedehnte Eisbildungszone von Mitte 2a bis über den ganzen Abschnitt 2b hinweg.	25 26
-Eis mechanisch entfernt-							
d ₂	58-63	49,9	31,7 29,4	10,8 9,0	-3	Saugseite Eis ragt schon bis dicht an d. Trennstr. heran, teilw. Aufliegen (Neub.Gebiete) Druckseite starke flä- chenhafte Eisb. im Ge- biet 2a und 2b mit Eis- wulst in Mitte von 2a	27
	70					Saugseite	28
-Modell in Versuchspause abgetaut-							
e	92-98	48,9	-	-	-3	Trennstreifen noch eis- frei Saugseite (Eisabwurf während d. Aufnahme)	29 30,31

- 10 -

(Versuch 3)

Vers. abschn.	Zeit min	Wärm. Menge G [kg/h]	Eintr. ϑ_e [°C]	Austr. ϑ_a [°C]	t_R	Beobachtungen	Auf- nahm.
3 f	98-108	42	-	-	-3	Druckseite Eisbild. vornehmlich in Ab- schn. 2a. Abschn. 3 eisfrei. Trennstr. erste lokale Schlick- bildungen	32 33

Versuch 4

4 a	0	32,8	62,3	12,0	-3,1	Saugseite	34
b	15-25	33,6	59,3 53,6	12,0	-3,2	Eis dicht an den Trennstr. heran	
-mechanisch enteist-							
c ₁	27-40	33,6	45,1	11,0	-3		35
c ₂	50		37,0	9,5	-3		36
d	50-59	34,8	29,0 24,1	8,5	-3		37
e	60-68	35,4	21,4 19,2 18,3	8,0	-3,1	starke Eisbarriere auf d. Druckseite Trennstr. nur noch teilweise frei	38 39

Versuch 5

5 a	0- 5	44,3	96,0	17,0	-8	Abschn. 2b teilweise vereist	
b	7-28	45,2	112 126 118	21,4	-8		40,41 42 43
						<u>Eisabwurf</u>	
c	29-42	46,7	106 86 80,6	20,4			44 45
d	42-50	48,8	73,8 69,4	-	-8,1	Vereisungsbeginn auf Trennstr. selbst	46,47 48 49 50

- 11 -

Versuch 6

Vers. abschn.	Zeit min	Wärm. Menge G [kg/h]	Eintr. ϑ_e [°C]	Austr. ϑ_a [°C]	t_R	Beobachtungen	Auf- nahm.
6 a	0-82	44,0	111	-	-8	allererste Eisschlick- bildung an Stau- linie. Barriere auf Druckseite dicht hinter der Schottwand	51
b	82-89	46,0	76	-	-8	Auf Druckseite ra- sche Bildung einer zweiten Eisbarriere hint. d. Trennstr. (Aufn. gelingt nicht)	
c	89-111	46,7	68,5 60,0	13,7 11,7	-8	Druckseite: Eisdop- pelbarriere! Kein Abwurf. Saugseite: Trennstr. in unt. Modellhälfte geschlossen vereist. Schlußaufnahmen	52 53-56

Versuch 1⁺

a	0-15	43,6	91,0	21-17,5	-8,4		57
b	16-26	45,2	85-81	17-14	-8,4		

-Heizluftzuführungsrohr etwas nach unten verschoben,
um Warmluftverteilung zu verbessern-

c	27-40	46,7	65	14	-8,4		
d	42-55	47,5	61-51	25	-8,4		58

Versuch 2⁺

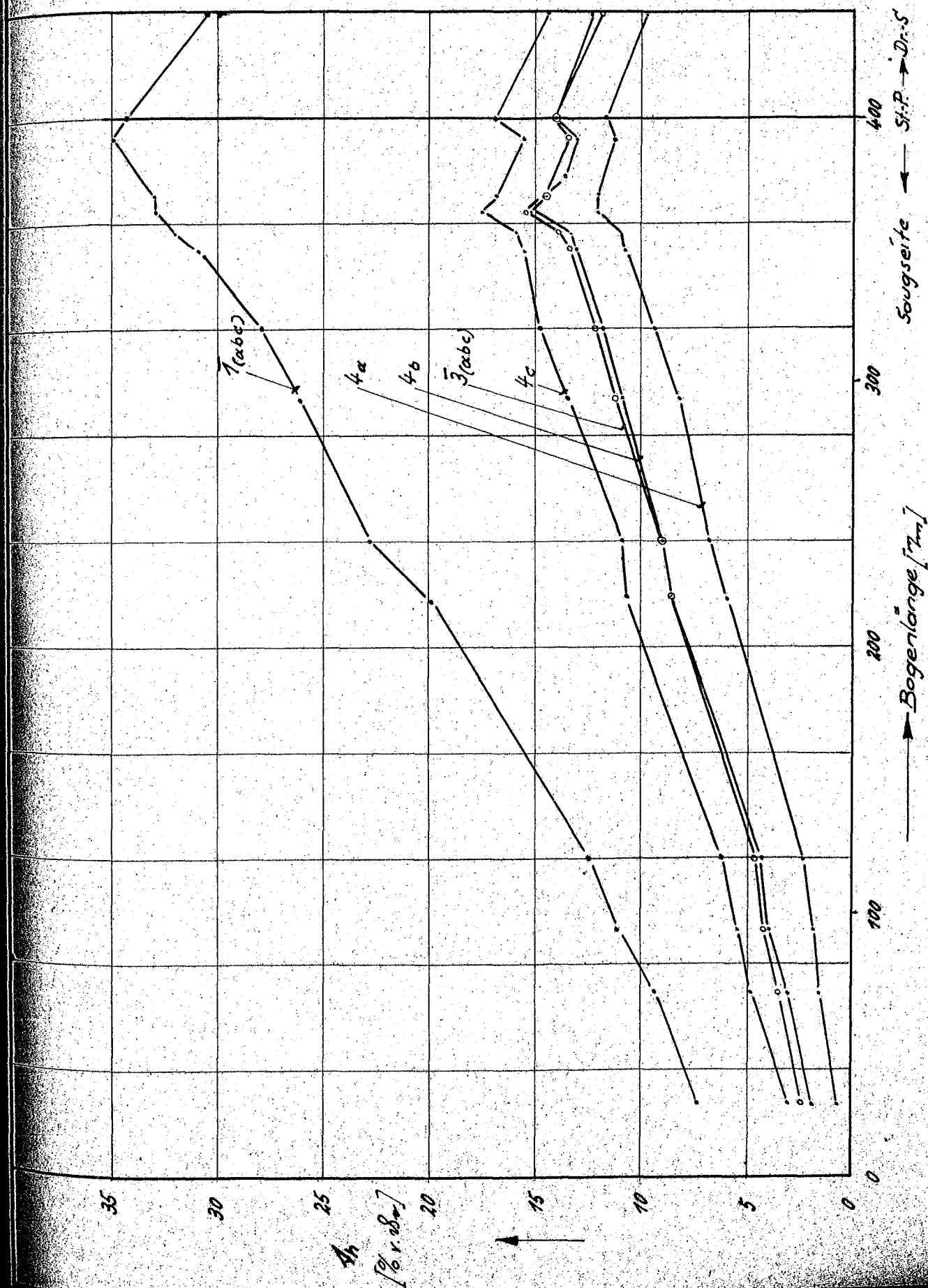
a	0-24	48,3	91	17	-8,2		59
b	34-45	48,6	54-58	-	-8,1	nach 2 min 60,61 nach 12 " 62,63	
c	54-69	49,8	51	-	-8,0	nach 3 min 64,65 nach 15 " 66,67	

- 12 -

Versuchsgruppe B

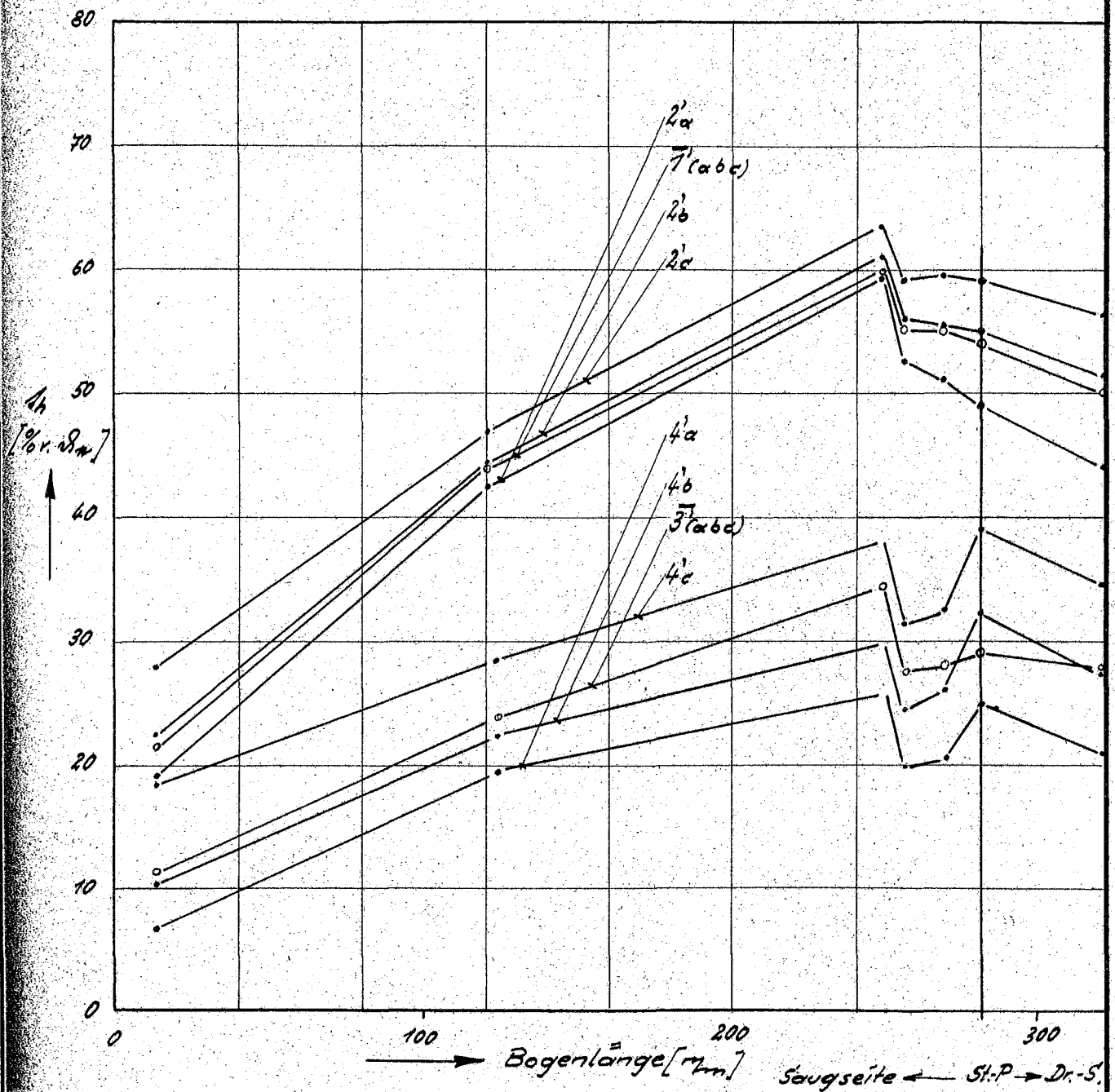
Vers.- Nr.	Wärmel. Menge G [kg/h]	Eintr. \dot{Q}_e [°C]	Austr. \dot{Q}_a [°C]	Raum- temp. t_R [°C]	Messung der Hauttemperaturen
Modell neu- erer Bauart					
1' a	71,8	21,0	8,5	+2,6	} Siehe Diagramm 1
b	70,3	35,6	12,3	+2,7	
c	63,5	63,5	21,0	+2,7	
2' -	-	-	-	-	
3' a	71,6	23,4 42,5 63,2 91,4	7,0	+3,0	
b	70,0		11,1	+3,0	
c	70,2		14,5	+3,0	
d	69,5		19,2	+3,0	
4' a	44,0	62,8	10,0	+3,0	
b	67,2	62,9	12,0	+3,0	
c	91,5	64,0	14,5	+3,0	
Modell alter Bauart					
1' a	70,8	27,4	10,0	+3,1	} Siehe Diagramm 2
b	69,6	41,5	13,8	+3,1	
c	67,0	70,7	20,9	+3,0	
d	64,5	96,0	26,0	+3,0	
2' a	41,7	70,6	15,3	+3,0	
b	65,0	68,6	20,8	+3,1	
c	87,0	71,6	26,0	+3,0	
3' a	70,5	26,4	6,5	+3,0	
b	68,6	40,8	8,5	+3,0	
c	66,1	66,8	12,0	+3,0	
d	64,5	99,0	14,4	+3,5	
4' a	43,1	71,3	9,6	+3,4	
b	64,6	67,3	11,3	+3,5	
c	96,3	68,2	18,8	+3,3	

- 13 -
Diagramm 1. (Modell neuer Bauart)



- 14 -

Diagramm 2 (Modell alter Bauart)



- 15 -

Diagramm 3 zeigt für das alte und das neue System den Druckabfall als Funktion der Warmluftmenge. Die Warmlufttemperatur betrug bei den vorliegenden Messungen etwa 30°C . Eine dimensionslose Darstellung war nicht möglich, da die Abmessungen der Strömungsquerschnitte nicht bekannt sind. An der neuen Anlage ist der innere Druckverlust 2,8 mal so groß als an der alten.

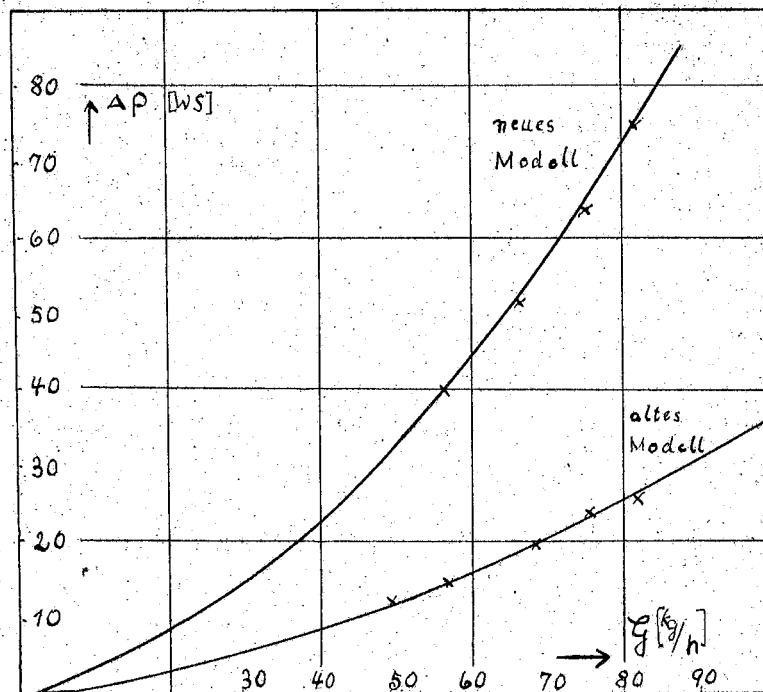


Diagramm 3

Druckabfall in Abhängigkeit von
der Warmluftmenge

- 16 -

Ergebnisse

Gruppe A

Das Trennstreifengebiet ist besser beheizt als alle anderen Oberflächenteile und bleibt am längsten eisfrei. Im übrigen war die auffallendste Erscheinung die merkwürdige Form der in den Soll-Vereisungsgebieten entstandenen Eisansätze. Durch die ungleichmäßige Beheizung der Außenhaut zeichneten sich die einzelnen Warmluftkanäle im äußeren Vereisungsbild ab, wobei sich die von Warmluft direkt bespülten Streifen als weniger stark beheizt erwiesen als die Nietreihen. Außerdem zeichneten sich die Stellen, bei denen die vordere Schottwand mit der Außenhaut verbunden war, im Vereisungsbild als Gebiete erhöhter Wärmezufuhr deutlich ab. Die starke Beheizung der Nietreihen erklärt sich sehr leicht daraus, daß infolge der guten Wärmeleitung im Blech der Wärmeaustausch an der inneren Doppelhaut kaum geringer ist als derjenige an der Außenhaut. Bei dem untersuchten Modell kam noch hinzu, daß die innere Doppelhaut nicht nur von den Warmluftkanälen, sondern auch von dem Warmluftzuführungsraum hinter der Doppelhaut her aufgeheizt wurde. (Ein im Warmluftverteilungsraum des Modells angebrachtes Blech, das zur besseren Warmluftverteilung dienen sollte, mag zur Erhöhung des Wärmeüberganges vom Verteilungsraum zur inneren Doppelhaut beigetragen haben.) Im übrigen hängt das Temperaturverhältnis zwischen den direkt und den indirekt beheizten Zonen der Außenhaut außer von den Wärmeübergangszahlen von den geometrischen Abmessungen der Doppelhaut und von der Güte der thermischen Verbindungen zwischen Innen- und Außenhaut ab. Durch geeignete Abmessungen und durch Beeinflussung der einzelnen maßgebenden Wärmeübergangszahlen ist es möglich, eine weitgehende Gleichmäßigkeit der Temperaturverteilung an der Außenhaut zu erreichen. Die hierüber angestellten Untersuchungen und Rechnungen sind im zweiten Teil des Berichtes

- 17 -

gesondert dargestellt. Für die Wirksamkeit der Anlage war die Unregelmäßigkeit der Temperaturverteilung in der Außenhaut von ausschlaggebender Bedeutung. Wie aus einer großen Anzahl der beigefügten Abbildungen zu ersehen ist, verlief die Vereisungsgrenze in Form einer weitausgreifenden Zickzacklinie. Anstelle eines schmalen, scharf begrenzten Trennstreifens und eines weit vorn liegenden einheitlichen Eisansatzes entstand eine breite Vereisungszone, die mit starken Eisstreifen bis in die nicht mehr beheizten Teile hinter der Flügel Nase reichte. Diese Eisstreifen bildeten sich immer dort, wo es infolge der zu starken Beheizung der Punktschweißstellen zu einer zu großen Wärmezufuhr und entsprechender Schmelzwasserbildung gekommen war. Durch die Verankerung in den unbeheizten Teilen sowie durch die zu große Breite der Vereisungszone wurde ein periodischer Eisabwurf stark behindert bzw. unmöglich gemacht. Er trat mit einiger Regelmäßigkeit nur in der ersten Hälfte des Abtaugebietes (Abschnitt 2a) auf, während im dahinter liegenden Teil die Eisansätze beliebig stark anwuchsen. Um diese Mängel zu beseitigen, wäre es notwendig, nicht nur einen weitgehenden Ausgleich zwischen direkt und indirekt beheizten Teilen zu schaffen, sondern auch die Abgrenzung zwischen Trennstreifen und Abtauzone wesentlich schärfer auszubilden. Dagegen müssen die in verschiedenen Tiefen des Abtaugebietes noch bestehenden Unterschiede in der Beheizungsstärke weitgehend abgebaut werden.

Wie ein großer Teil der Abbildungen zeigt, kann auch die Änderung der Klimaverhältnisse für die Wirksamkeit des Enteisers von ausschlaggebender Bedeutung sein. Bei einer bestimmt vorgegebenen Heizstärke wird es nur innerhalb eines bestimmten Bereiches von Klimabedingungen zur Eisbildung im Abtaugebiet kommen, während bei mildereren Vereisungsbedingungen die vorgegebene Heizleistung zur Eisverhütung an der gesamten Nase ausreichen und damit zur

- 18 -

Eisbildung in den dahinter liegenden nicht beheizbaren Oberflächenteilen Anlaß geben wird. Bei allmählichem Uebergang von milden zu immer schärferen Vereisungsbedingungen werden also immer Eisansätze entstehen, deren Abwurf durch die Verankerung in großen Flügeltiefen erschwert oder unmöglich gemacht wird. Diesem Uebelstand kann man nur dadurch begegnen, daß man die Anlage mit einer klimaabhängigen Regeleinrichtung versieht. Es wird wahrscheinlich genügen, diese Regelung in groben Stufen durchzuführen. Ein ähnlicher, wenn auch noch nicht voll zuverlässiger Ersatz wird sich bei Anlagen ergeben, bei denen schwächer und stärker beheizte Teile in der Flügeltiefe aufeinander folgen oder bei denen die Möglichkeit einer kurzzeitigen Erhöhung der gesamten Heizleistung vorgesehen ist.

Gruppe B

Die Ergebnisse der Versuchsgruppe B sind in Diagrammen 1 und 2 dargestellt. In diesen sind die Wandtemperaturen über der Bogenlänge aufgetragen, und zwar alle Temperaturen auf Außentemperatur bezogen. Die auf Außentemperatur bezogene Eintrittstemperatur ist gleich 100 gesetzt (aufgetragen wurde also $\frac{t_1 - t_a}{v_e - t_a} \cdot 100$). Die Staulinie ist im

Diagramm angegeben. Die oberen Kurven beziehen sich auf trockene Luft, die unteren auf den Fall der Tröpfchenbeaufschlagung. Die Kurven 2a, b und c, sowie 4a, b und c gelten für verschiedene Luftmengen. Die Kurven I und J enthalten die Mittelwerte der Wandtemperaturen, die bei der Warmluftmenge der Versuche 2b und 4b bei verschiedenen Eintrittstemperaturen gemessen wurden und die sich in der dimensionslosen Darstellung nur ganz wenig voneinander unterscheiden.

Der Verlauf der Wandtemperaturen über die Bogenlänge wird durch diese Kurven in einwandfreier Weise dargestellt. Das Verhältnis der Wandtemperaturen bei nasser und bei

- 19 -

trockener Luft und das sich daraus ergebende Verhältnis der äußeren Wärmeübergangszahlen unter beiden Versuchsbedingungen entsprechen ebenfalls den bei sonstigen Messungen gemachten Feststellungen.

Im Staugebiet weist die äußere Wärmeübergangszahl bei Beaufschlagung ein steiles Maximum auf, das sich in den Kurven den Minimums der Wandtemperaturen spiegelt. Dieses Minimum ist auch bei der neuen Anordnung trotz der stärkeren Beheizung an dieser Stelle noch deutlich zu erkennen. Wenn man auch bei einem Vergleich der beiden Kurvenblätter deutlich erkennt, daß die Bevorzugung des Staugebietes vor den übrigen Oberflächenteilen bei der neuen Anordnung ungefähr doppelt so stark ausgeprägt ist wie bei der alten, so ist sie doch im ganzen noch nicht groß genug und das stark beheizte Gebiet noch nicht scharf genug abgegrenzt. Es ist allerdings zu bemerken, daß der enteisungstechnisch erwünschten sehr scharfen Trennung eines stark beheizten Staugebietes von einem gleichmäßig schwach beheizten Sollvereisungsgebiet die Wärmeleitung in der Außenhaut entgegensteht. Inwieweit und durch welche Maßnahmen sich diese Mängel beseitigen lassen, wird im theoretischen Teil des Berichtes näher beschrieben.

Die bisher behandelten Folgerungen sind unabhängig von den nun zu besprechenden Mängeln in der Bauart beider Modelle, durch die ein Vergleich bezüglich der absoluten Höhe der Wärmeleistung beider Enteiser unmöglich gemacht wurde.

Eine Betrachtung der Verteilung der Temperaturen über die Spannweite zeigte ebenso wie die an beiden Modellen durchgeführten Vereisungsversuche, daß insbesondere beim Modell alter Bauart die Wärmeabgabe längs der Spannweite sehr unterschiedlich war. Es wurde versucht, durch Verschiebung und Abänderung des Warmluftzuleitungsrohres diese Mängel zu beseitigen, was jedoch innerhalb der verfügbaren Versuchszeit nur in beschränktem Maße gelang.

- 20 -

Außerdem stellte sich bei näherer Betrachtung der Modelle heraus, daß insbesondere im Staugebiet die Maße für den Abstand der inneren Doppelhaut von der äußeren stellenweise sehr schlecht eingehalten waren.

Hansrich

- 21 -

Versuch 1



Abb. 1



Abb. 2



Abb. 3



Abb. 4



Abb. 5



Abb. 6

- 22 -

(Versuch 1)

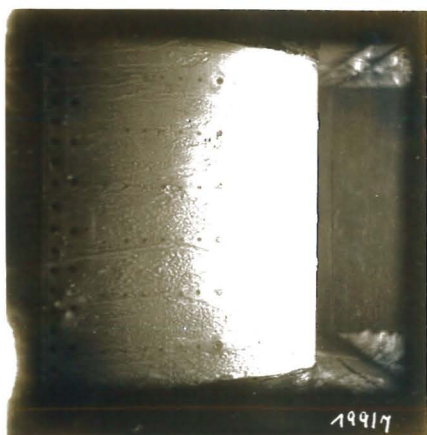


Abb. 7



Abb. 8



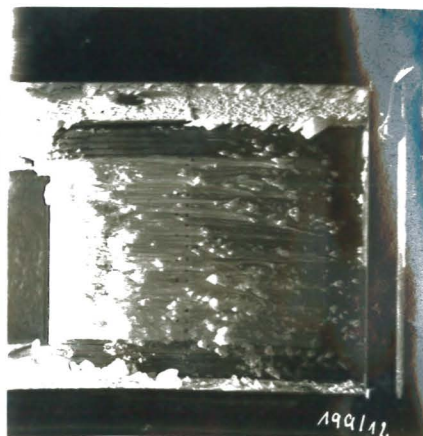
Abb. 9



Abb. 10



Abb. 11



Schlußaufnahme
Abb. 12

- 23 -

Versuch 2



Abb. 13



Abb. 14

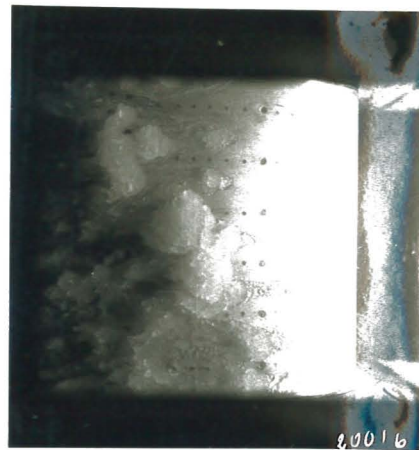


Abb. 15



Abb. 16



Abb. 17

- 24 -

(Versuch 2)



Abb. 18



Abb. 19



Abb. 20

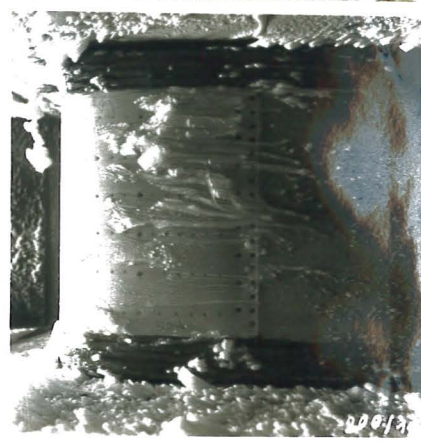


Abb. 21

- 25 -

Versuch 3



Abb. 22



Abb. 23

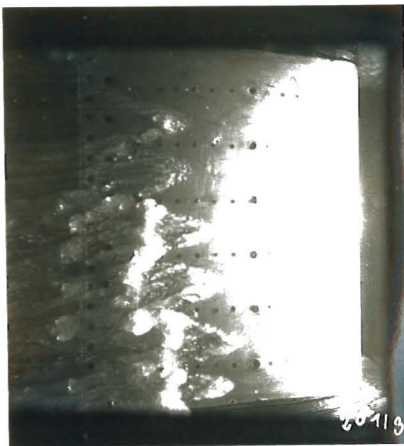


Abb. 24

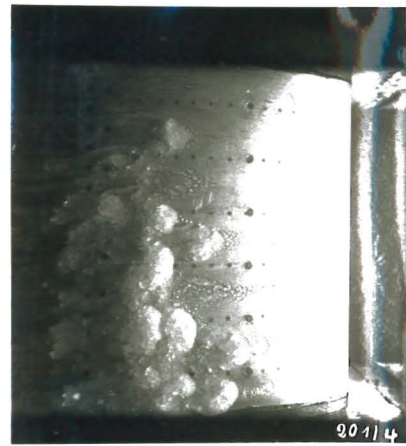


Abb. 25



Abb. 26

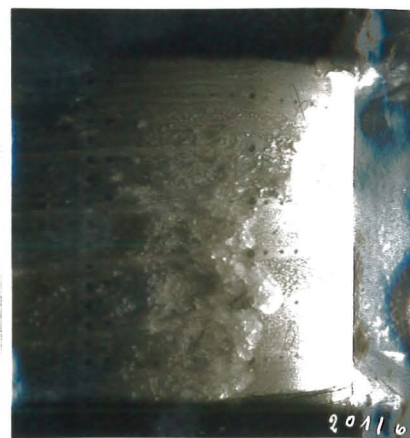


Abb. 27

- 26 -

(Versuch 3)



Abb. 28



Abb. 29

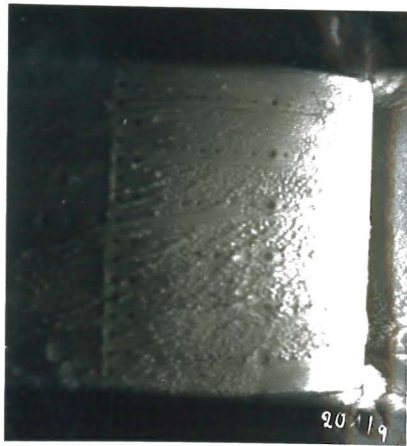


Abb. 30

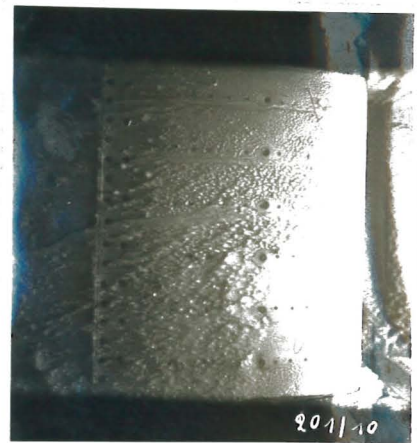


Abb. 31



Abb. 32



Abb. 33

- 27 -

Versuch 4

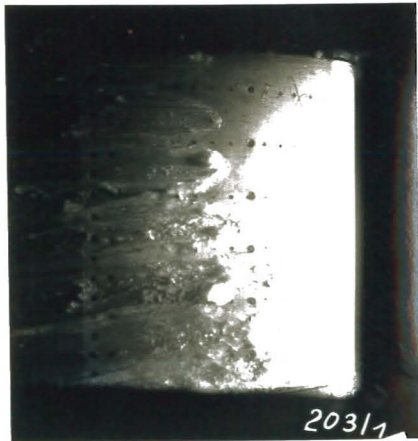


Abb. 34



Abb. 35



Abb. 36

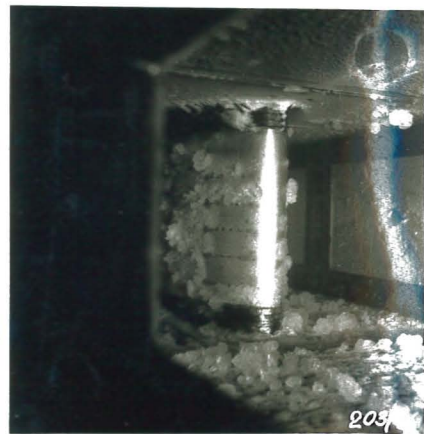


Abb. 37



Abb. 38



Abb. 39

- 28 -

Versuch 5

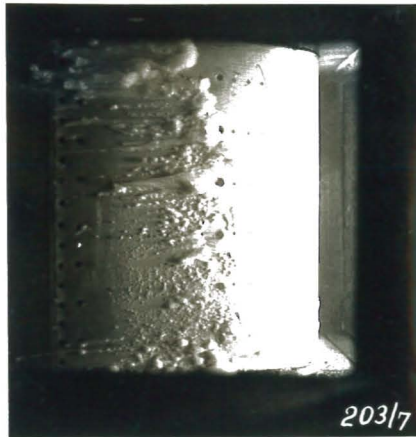


Abb. 40

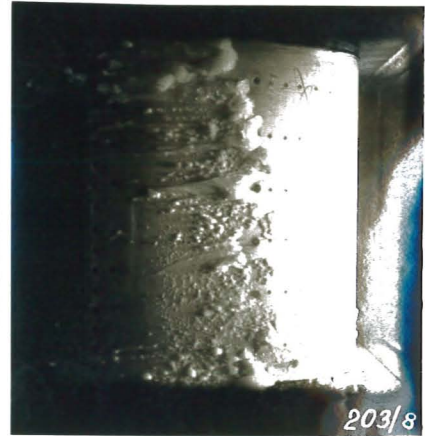


Abb. 41

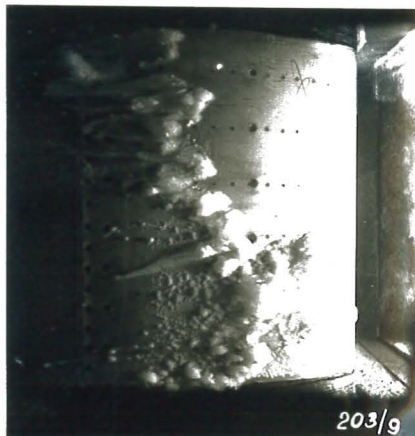


Abb. 42



Abb. 43



Abb. 44



Abb. 45

- 29 -

(Versuch 5)



Abb. 46



Abb. 47

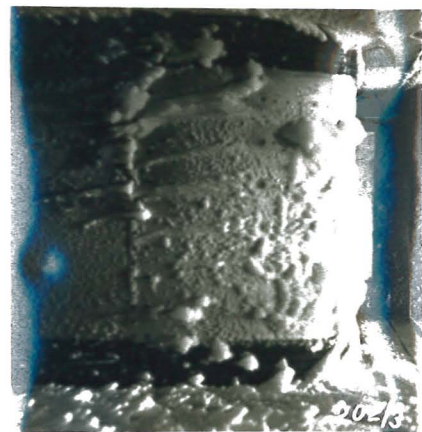


Abb. 48



Abb. 49



Abb. 50

- 30 -

Versuch 6



202/7

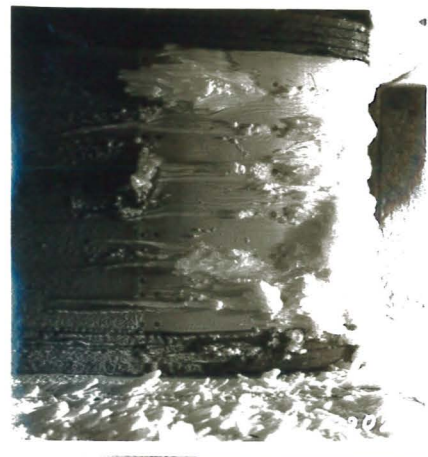
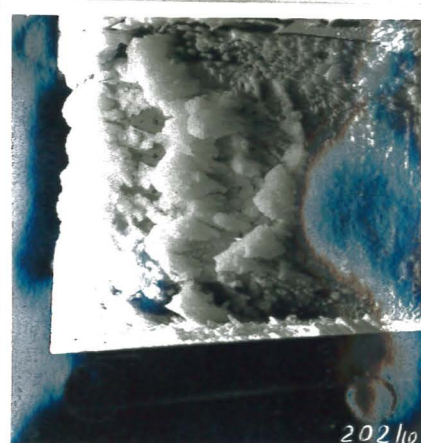


Abb. 52

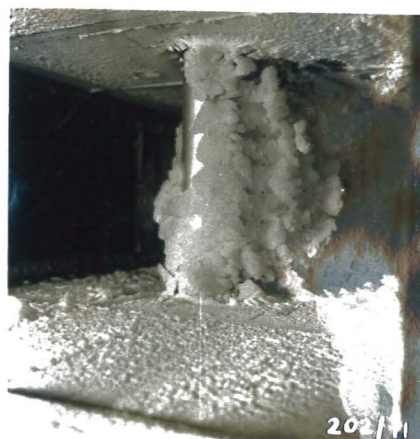


Abb. 53



202/10

Abb. 54



202/11

Abb. 55



Abb. 56

- 31 -

Versuch 1⁺



Abb. 57

Versuch 2⁺



Abb. 58



Abb. 59

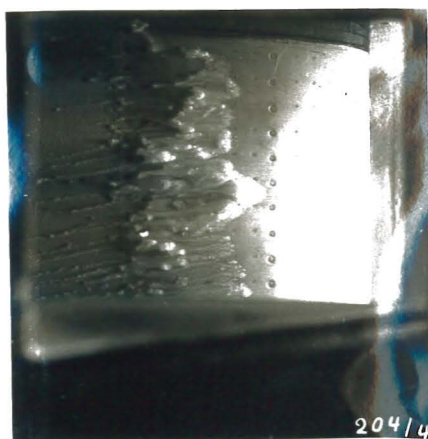


Abb. 60



Abb. 61

- 32 -

(Versuch 2⁺)

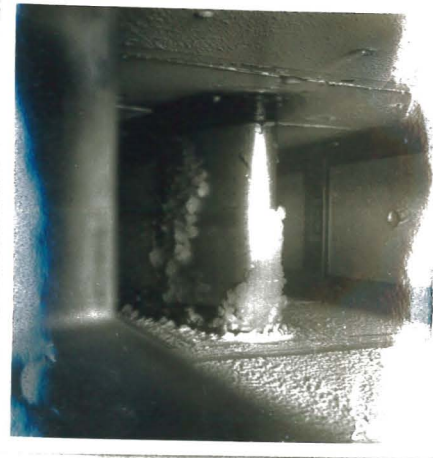


Abb. 63

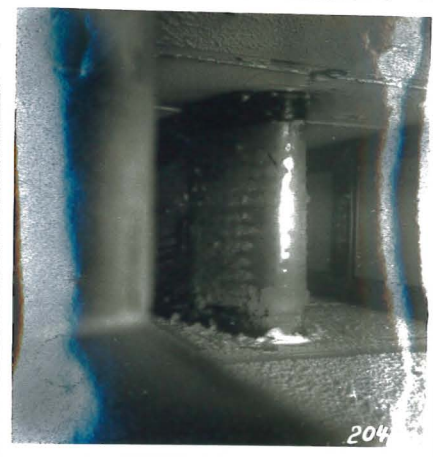
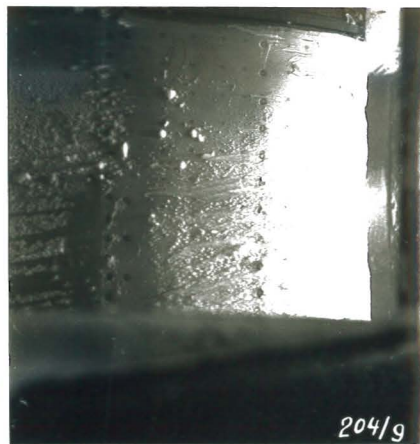


Abb. 64

Abb. 65



Abb. 66

Abb. 67